

0-792829

На правах рукописи
ББК: 65в631
М69

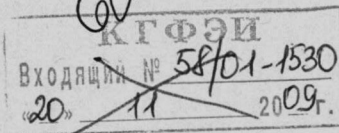
Степанова Елена Сергеевна

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ
ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЁРСТВА
В ДОРОЖНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

08.00.13 – Математические и инструментальные
методы экономики

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата экономических наук

Москва – 2009



Работа выполнена на кафедре «Математическое моделирование экономических процессов» ФГОУ ВПО «Финансовая академия при Правительстве Российской Федерации».

Научный руководитель:	доктор технических наук, профессор Ильинский Александр Иоильевич
Официальные оппоненты:	доктор экономических наук, профессор Абдукаримов Вячеслав Истматович доктор экономических наук, профессор Лапушинская Галина Константиновна
Ведущая организация:	НОУ ВПО «Московская финансово-промышленная академия»

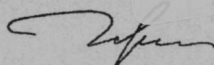
Защита состоится «2» декабря 2009 г. в 10-00 часов на заседании совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 505.001.03 при ФГОУ ВПО «Финансовая академия при Правительстве Российской Федерации» по адресу: 125993, г. Москва, Ленинградский проспект, д.49, ауд. 214.

С диссертацией можно ознакомиться в диссертационном зале Библиотечно-информационного комплекса ФГОУ ВПО «Финансовая академия при Правительстве Российской Федерации» по адресу: 125993, г. Москва, Ленинградский проспект, д.49, комн. 203.

Автореферат разослан «30» октября 2009 года и размещен на официальном сайте ФГОУ ВПО «Финансовая академия при Правительстве Российской Федерации»: www.fa.ru

Ученый секретарь совета Д 505.001.03
кандидат экономических наук,
доцент



 О.Ю. Городецкая

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Проекты государственно-частного партнерства (далее – ГЧП) становятся популярными по всему миру, применяются как в развитых, так и в развивающихся странах. Большинство из них создается для производства общественных благ, предоставления социальных услуг обществу. Проекты ГЧП, финансируемые из государственного бюджета или частными инвесторами, могут окупаться частично или полностью за счет платежей, поступающих от пользователей услуг (например, платной автодороги или порта).

Применение механизма государственно-частного партнерства в дорожном хозяйстве является перспективным для данного сектора экономики, о чем свидетельствует зарубежная практика строительства платных автодорог на базе проектов ГЧП.

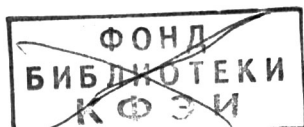
В научной, прикладной и учебной литературе существует немного математических моделей, объектом исследования которых являлись бы процессы ГЧП. В то же время, математический инструментарий всегда востребован в прогнозировании результатов проектов, расчете рисков участников проекта, что имеет важное научное и практическое значение. Это и определило выбор темы диссертации.

Степень разработанности проблемы. Теоретическую и методологическую основу исследования составили труды отечественных и зарубежных ученых, а также аналитические обзоры, опубликованные правительствами зарубежных стран о ГЧП в транспортном секторе экономики.

Возможности применения методов теории игр рассматривает в своих публикациях Ф. Медда¹, К.С. Лэм, Д. Ванг и др.² опубликовали ряд работ о моделях с использованием методов нечеткой логики при распределении рисков между участниками ГЧП в дорожном хозяйстве. Разделению рисков в ГЧП также

¹ Medda F. A game theory approach for the allocation of risks in transport public private partnerships // International Journal of Project Management. – 2007. – Vol. 25. – pp. 213–218

² Lam K.C., Wang D., Lee Patricia T. K., Tsang Y.T. Modelling risk allocation decision in construction contracts // International Journal of Project Management. – 2007. – Vol. 25. – pp. 485–493.



посвящены труды М. Лузмора и др.³ Имитационные модели присутствуют в работах Е.Малини⁴.

Отечественными авторами, занимающимися применением математического моделирования к ГЧП проектам строительства платных автодорог являются П.Бруссер, С.Рожкова^{5,6}.

В цитируемых выше работах не ставилась задача определения срока реализации проекта ГЧП строительства и эксплуатации автомагистралей, справедливого с точки зрения всех участников партнерства, и распределения рисков между ними. Срок реализации проекта, так же как тарифный план и норма доходности инвестора, являются заданными параметрами концессионного соглашения. В нашем диссертационном исследовании решили задачу поиска справедливых параметров концессионного соглашения.

Цель и задачи диссертационного исследования. Целью работы является разработка имитационных моделей процессов в государственно-частном партнерстве в дорожном хозяйстве, которые служат для определения справедливых параметров концессионного соглашения: срока реализации проекта государственно-частного партнерства строительства и эксплуатации автомагистрали, тарифного плана, нормы доходности инвестора, и выработка методических рекомендаций по ее практическому применению.

Для достижения указанной цели в диссертационной работе поставлены и решены следующие задачи:

- 1) критически проанализированы особенности применения экономико-математических методов к транспортным проектам ГЧП;
- 2) найдена приведенная стоимость потока платежей в концессии и изучены её свойства;
- 3) построены и апробированы имитационные модели определения парамет-

³ Loosemore M, Raftery J, Reilly C, Risk management in projects. – London: Taylor & Francis, 2006. –260 pp.

⁴ Malini E. Build-Operate-Transfer municipal bridge projects in India // Journal of management in engineering. – 1999. – Vol. 15, No. 4. – pp. 51-58.

⁵ Бруссер П., Рожкова С. Государственно-Частное партнерство – новый механизм привлечения инвестиций // Рынок ценных бумаг. –2007.– №2(329).– С. 29-33.

⁶ П.Бруссер, С.Рожкова. Государственно-частное партнерство: как "собрать все и поделить". Технология определения оптимальной доли участия инвестора в прибыли // Рынок ценных бумаг. –2007.– №3(330).– С. 58-59.

ров концессионного соглашения.

Объектом исследования являются процессы государственно-частного партнерства в дорожном хозяйстве, схемы взаимодействия между участниками партнерства.

Предметом исследования выступают имитационные модели и математический аппарат распределения рисков между участниками ГЧП.

Теоретическую и методологическую основу составляют труды российских и зарубежных ученых теории управления проектами, теории рисков, экономико-математического моделирования и в области организации государственно-частных партнерств. При решении конкретных задач использовались программно-инструментальные средства MS Excel, Visual Basic, Matlab.

Эмпирической и информационной базой исследования послужили монографии и публикации в периодической печати, проанализированные и обобщенные автором, а также актуальные данные проектов ГЧП, размещенные в сети Интернет на специализированных сайтах.

Область исследования диссертации соответствует п. 1.4. паспорта специальности 08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики: «Разработка и исследование моделей и математических методов анализа микроэкономических процессов и систем: отраслей народного хозяйства, фирм и предприятий, домашних хозяйств, рынков, механизмов формирования спроса и потребления, способов количественной оценки предпринимательских рисков и обоснования инвестиционных решений».

Научная новизна исследования. Научная новизна диссертационного исследования состоит в разработке теоретико-методологического аппарата определения справедливого срока реализации проекта государственно-частного партнерства в дорожном хозяйстве. В отличие от предыдущих исследований в диссертации применен математический аппарат для моделирования процессов государственно-частного партнерства в дорожном хозяйстве в целях определения основных параметров концессионного соглашения, что позволит участни-

кам государственно-частного партнерства сделать обоснованный выбор на этапе заключения договора и избежать дополнительных рисков в будущем.

Результаты диссертационного исследования содержат следующие элементы научной новизны:

- 1) построена классификация форм ГЧП на основе различий в условиях организации и структуре партнерств, которая позволяет определить преимущества и недостатки каждой их форм, а также сферу наиболее частого применения каждой из форм;
- 2) определена приведенная стоимость потока платежей в концессии для случая непрерывного и дискретного времени и изучены её свойства, что дает более детальное представление об экономической сущности концессии;
- 3) построены имитационные модели определения параметров концессионного соглашения, таких, как: справедливый срок реализации проекта строительства автомагистрали в рамках проекта ГЧП, справедливый тарифный план, приемлемая норма доходности инвестора, что позволяет участникам партнерства принимать обоснованные решения о справедливых параметрах концессии и избегать рисков связанных с пересмотром параметров в будущем из-за невозможности достичь изначально заданные;
- 4) разработана методика определения параметров концессионного соглашения, на основании которой проведен вычислительный эксперимент, подтвердивший адекватность построенной имитационной модели.

Практическая значимость результатов диссертации состоит в разработке моделей, позволяющих определять справедливые параметры концессионного соглашения: срок реализации проекта ГЧП, тарифный план, норму доходности инвестора с учетом инфляционных ожиданий, волатильности транспортно-го потока, эластичности спроса в зависимости от платы за проезд и других факторов риска.

Самостоятельное практическое значение имеет методика определения чувствительности параметров, таких как тарифный режим и норма прибыли инве-

стора, к сроку реализации проекта ГЧП, что представляет сторонам дополнительные аргументы при обсуждении условий концессионного соглашения.

Материал диссертации используется кафедрой «Математическое моделирование экономических процессов» ФГОУ ВПО Финансовой академии при Правительстве Российской Федерации в преподавании ряда учебных дисциплин.

Апробация и внедрение результатов диссертационной работы. Основные результаты и положения диссертации были представлены на следующих научно-практических конференциях:

- X Всероссийский симпозиум по прикладной и промышленной математике (г. Санкт-Петербург, 19-24 мая 2009 г.);
- XVII Международная конференция «Математика. Образование» (г. Чебоксары, 24-31 мая 2009 г.),

а также за «круглым столом» Финансовой академии при Правительстве Российской Федерации «Роль финансовой, банковской и валютной систем в инновационном развитии экономики» (г. Москва, 14 марта 2009 г.).

Разработанная в диссертации методика нахождения на основе имитационной модели справедливого срока реализации проектов используется в практической деятельности Федерального государственного учреждения «Дороги России». Материалы диссертации нашли применение в преподавании учебных дисциплин кафедрой «Математическое моделирование экономических процессов» ФГОУ ВПО Финансовой академии при Правительстве Российской Федерации. Использование результатов диссертации подтверждено соответствующими документами.

Публикации. Результаты, основные положения и выводы диссертационного исследования отражены в 4 публикациях, общим объемом 1, 5 п.л., в том числе 2 статьи опубликованы в журналах, определенных Высшей аттестационной комиссией (ВАК) Министерства образования и науки Российской Федерации для публикаций результатов научных исследований.

Структура и объем диссертационной работы. Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы. Материал изложен на 131 странице, включает 17 таблиц, 37 рисунков и два приложения. Библиографический список состоит из 58 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение содержит обоснование актуальности, новизны темы исследования и краткое содержание работы.

Глава I состоит из двух параграфов. В первом параграфе введены основные понятия, используемые в диссертации, такие как государственно-частное партнерство, концессия по строительству платной автомагистрали. Второй параграф содержит обзор научной литературы по теме диссертационного исследования.

Глава II содержит два параграфа. В первом параграфе анализируется поток платежей в концессии для случая непрерывного времени, выводятся ряд свойств приведенной стоимости потока, решается уравнение для нахождения справедливого срока концессии и цены за проезд. В втором параграфе описываются имитационные модели поиска справедливого срока концессии, цены за проезд и нормы доходности инвесторов.

Глава III содержит два параграфа. В первом параграфе приводятся сценарные расчеты по моделям, анализируются зависимости между переменными и влияние их изменения на результат, получаемый на выходе из модели. Второй параграф посвящен результатам, полученным по моделям для проекта концессии по строительству платной трассы «Москва-Санкт-Петербург».

Остановимся подробнее на содержании диссертационной работы. В мире государственно-частное партнерство является распространенной формой организации сотрудничества государства с частными инвесторами и применяется в различных областях инфраструктуры: образовании, медицине, на транспорте. На территории Российской Федерации ГЧП регулируется Федеральным законом от 21 июля 2005г. №115-ФЗ «О концессионных соглашениях». В России

концессионные соглашения начали в недавнее время применять для платных автомагистралей. На рис. 1⁷ показаны уже существующие в настоящее время платные автомагистрали и автомагистрали, планируемые для строительства.

Платные дороги и дорожные объекты в России

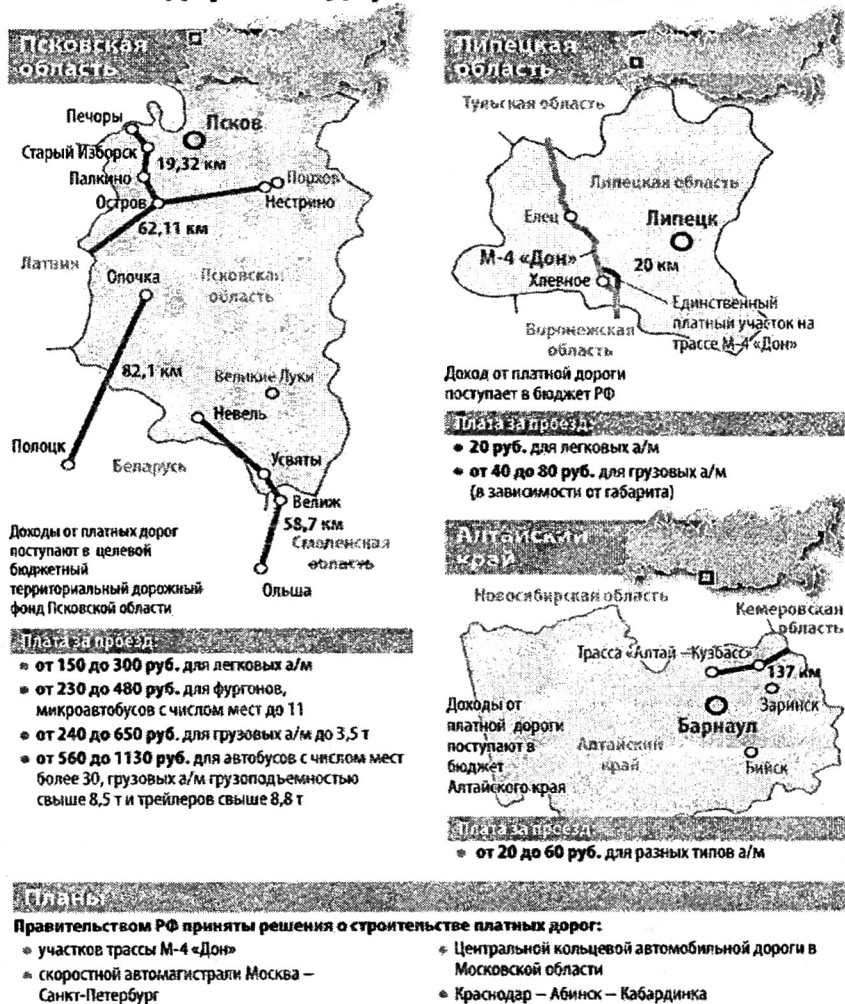


Рис. 1. Платные дороги и дорожные объекты России.

⁷ Карта платных дорог России / РИА Новости. [Электронный ресурс] URL: <http://www.rian.ru/infografika/20090703/176186111.html> (обращение 16.09.2009).

Основной принцип концессии заключается в следующем: частный инвестор (или группа инвесторов) строит дорогу за счет собственного капитала, возвращая его затем за счет сборов от платы за проезд в течение периода действия концессии. После окончания срока концессии управление трассой переходит под контроль государственных органов. Актуален вопрос о недопущении получения инвестором сверхприбыли от эксплуатации дорожного объекта, потому что дороги являются общественным благом, и такая отрасль, как предоставление общественных услуг, не должна дорого обходиться обществу, иначе это вызовет общественный резонанс. Доход инвестора в концессии контролируется основными параметрами концессионного соглашения: сроком действия концессии, тарифным планом и нормой доходности: чтобы привлечь частный капитал в проект строительства дороги, государство должно обеспечить приемлемую норму доходности для инвесторов.

Разрабатываемые в диссертации модели призваны помочь организатору концессии задать справедливые параметры концессионного соглашения, к которым относят срок реализации проекта, размер тарифного сбора и норму доходности инвестора.

В диссертационной работе рассмотрен поток платежей в концессии для случая непрерывного времени и показано, что приведённая стоимость потока может быть вычислена следующим образом:

$$PV = - \left(\sum_{k=1}^n \frac{1}{\rho^k} c^{(k-1)}(t) \right) e^{-\rho t} \Bigg|_0^T + \frac{1}{\rho^n} \int_0^T c^{(n)}(t) e^{-\rho t} dt.$$

Здесь $c(t)$ – функция потока платежей; $c^{(k)}(t)$ – производная k -го порядка этой функции; $\rho = \ln(1+r)$, где r – норма доходности, и T – срок действия концессии.

Определяющей особенностью функции потока платежей является то, что до момента окончания строительства она принимает только отрицательные значения.

В целях поиска справедливого срока окончания концессионного соглашения в диссертации ставится задача разрешения уравнения

$$PV_C = PV_R(T_R),$$

относительно T_R как неизвестной величины. Здесь PV_C – приведенная стоимость потока платежей до момента времени T_C , который является окончанием срока строительства, PV_R – приведенная стоимость потока платежей с момента времени T_C до момента T_R – окончания срока концессии в целом.

Воспользовавшись *теоремой Вейерштрасса* о равномерной аппроксимации непрерывных функций с помощью алгебраических многочленов⁸, представим функцию потока платежей $c(t)$ в виде алгебраического многочлена n -й степени $c_n(t) = C_0 + C_1t + C_2t^2 + C_3t^3 + C_4t^4 + C_5t^5 + \dots + C_nt^n$.

Если изменение значения k -ого коэффициента C_k многочлена является случайной величиной и имеет математическое ожидание $\mu(\Delta C_k)$ и среднее квадратичное отклонение $\sigma(\Delta C_k)$, то, как показано в диссертации, математическое ожидание и среднее квадратичное отклонение приведенной стоимости потока платежей в концессии имеют вид:

$$\begin{aligned} \mu(\Delta PV) &= \sum_{k=1}^n \left(\frac{k!}{\rho^{k+1}} - e^{-\rho T} \sum_{l=0}^k \frac{k!}{(k-l)!} \cdot \frac{1}{\rho^{l+1}} T^{k-l} \right) \mu(\Delta C_k); \\ \sigma(\Delta PV) &= \sqrt{\sum_{k=1}^n \left(\frac{k!}{\rho^{k+1}} - e^{-\rho T} \sum_{l=0}^k \frac{k!}{(k-l)!} \cdot \frac{1}{\rho^{l+1}} T^{k-l} \right)^2 \sigma^2(\Delta C_k) +} \\ &\quad + 2 \sum_{i < j} \left(\frac{i!}{\rho^{i+1}} - e^{-\rho T} \sum_{l=0}^i \frac{i!}{(i-l)!} \cdot \frac{1}{\rho^{l+1}} T^{i-l} \right) \times \\ &\quad \times \left(\frac{j!}{\rho^{j+1}} - e^{-\rho T} \sum_{l=0}^j \frac{j!}{(j-l)!} \cdot \frac{1}{\rho^{l+1}} T^{j-l} \right) \text{cov}(\Delta C_i \Delta C_j). \end{aligned}$$

⁸ Фюстенгольд Г.М. Курс дифференциального исчисления, Т. 3. – М.: Физматлит, 2003. – С. 582.

В случае равномерной аппроксимации алгебраическим многочленом n -ной степени $c_n(t)$ функции потока платежей $c(t)$ также показано, что уравнение

$$PV_c = PV_R(T_R)$$

принимает вид $e^{-\rho T_R} b_n(T_R) = B_0 - 2e^{-\rho T_C} b_n(T_C)$, где $b_n(t)$ – алгебраический многочлен с коэффициентами, которые известным образом выражаются через коэффициенты многочлена $c_n(t)$.

В диссертации доказано наличие решения данного уравнения для случая многочлена $c_n(t)$ первой степени и найдено в явном виде решение для случая нулевой степени многочлена $c_n(t)$.

В целях поиска справедливого тарифа – цены за проезд в диссертации ставится задача разрешения уравнения $PV_c = PV_R(T_R, p)$, где p – это размер платежа за проезд.

Для решения данной задачи рассматриваются уже два отдельных потока платежей: первый состоит из затрат на строительство магистрали, а второй поток состоит из доходов, т.е. платежей, поступающих от пользователей построенной автомагистрали. Первый поток обозначен через $c(t)$, второй поток, как $p \cdot f(t)$, где p – это фиксированный размер платежа за проезд и $f(t)$ – это транспортный поток.

В этом случае первый поток будет находиться во временном интервале $[0; T_C]$, а второй – во временном интервале $[T_C; T_R]$, где, как и прежде, T_C – срок окончания строительства магистрали, а T_R – срок окончания всего проекта государственно-частного партнерства, т.е. срок прекращения действия концессионного соглашения. Дальнейшие исследования были проведены в предположении, что PV_C – дисконтированная стоимость первого потока (платежей за строительство), а PV_R – дисконтированная стоимость второго потока (платежей за проезд по автомагистрали).

Схематично данные потоки представлены на рис. 2.

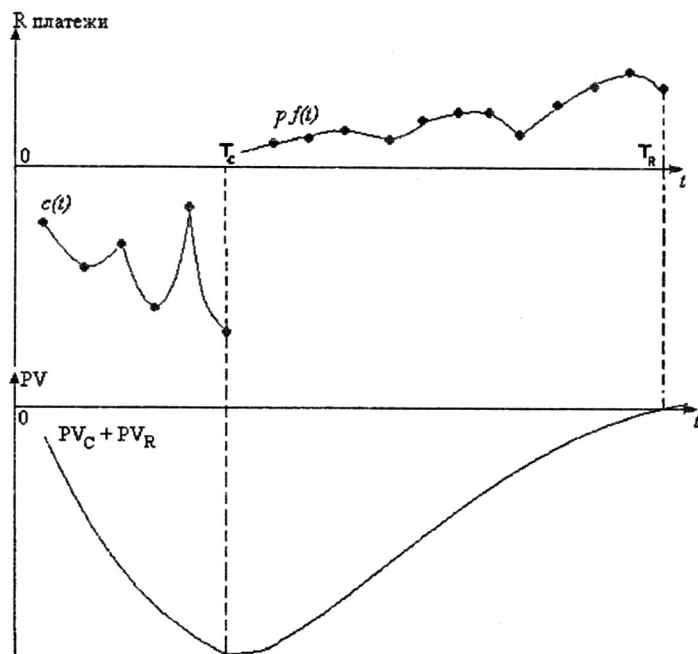


Рис. 2. Схема потоков из затрат на строительство и доходов от эксплуатации дороги.

В диссертационной работе была поставлена и решена задача нахождения зависимости $p(T_R)$ между размером платежа за проезд и сроком действия концессионного соглашения:

$$p(T_R) = \frac{-\left(\sum_{k=1}^n \frac{1}{\rho^k} c^{(k-1)}(T_C)\right) e^{-\rho t} + \left(\sum_{k=1}^n \frac{1}{\rho^k} c^{(k-1)}(0)\right) e^{-\rho t} + \frac{1}{\rho^n} \int_0^{T_C} c^{(n)}(t) e^{-\rho t} dt}{-\left(\sum_{k=1}^n \frac{1}{\rho^k} f^{(k-1)}(T_R)\right) e^{-\rho t} + \left(\sum_{k=1}^n \frac{1}{\rho^k} f^{(k-1)}(T_C)\right) e^{-\rho t} + \frac{1}{\rho^n} \int_{T_C}^{T_R} f^{(n)}(t) e^{-\rho t} dt}$$

Такая функция $p(T_R)$ задает границу эффективного множества.

В диссертационной работе найдены величина $E_{T_R}(p) = \frac{T_R}{p} p'(T_R)$, являющаяся эластичностью $p(T_R)$ по времени действия концессионного соглашения, и величина $E_\rho(p) = \frac{\rho}{p} \frac{\partial p(T_R)}{\partial \rho}$, являющаяся эластичностью $p(T_R)$ по норме до-

ходности проекта. Найдены условия, при которых $E_{T_R}(p) < 0$ и $E_p(p) > 0$, что отвечает экономической целесообразности проекта ГЧП.

В связи со сложностью получения аналитического решения уравнения

$$PV_C = PV_R(T_R, p)$$

даже в случае равномерной аппроксимации функций $c(t)$ и $f(t)$ алгебраическими многочленами $c_n(t)$ и $f_m(t)$ соответственно, было принято решение использовать принципы имитационного моделирования.

Схема имитационной модели для поиска справедливого срока концессионного соглашения изображена на рис. 3.

Заранее заданными модель считает приемлемую тарифную сетку и ожидаемую норму прибыли. Задавая тарифы и норму прибыли, модель на каждом шаге итерации рассчитывает издержки и выручку, получает срок реализации проекта. При значительном числе итераций может быть построена кривая частоты распределения срока реализации проекта, которая является основой для принятия управленческого решения об установлении в контракте ГЧП срока существования проекта ГЧП.

В диссертации были выбраны следующие *постоянные модели*: \inf_1 - инфляция в первом году; μ_{\inf} - математическое ожидание роста инфляции за год; σ_{\inf} - среднее квадратичное отклонение роста инфляции за год; T_C - срок строительства; C_i - затраты на строительство; x_n - грузопоток от транспорта вида n ; $toll_n$ - платеж за проезд для транспорта вида n ; $R = \sum_{n=1}^N toll_n \cdot x_n$ - доход в первый год функционирования трассы.

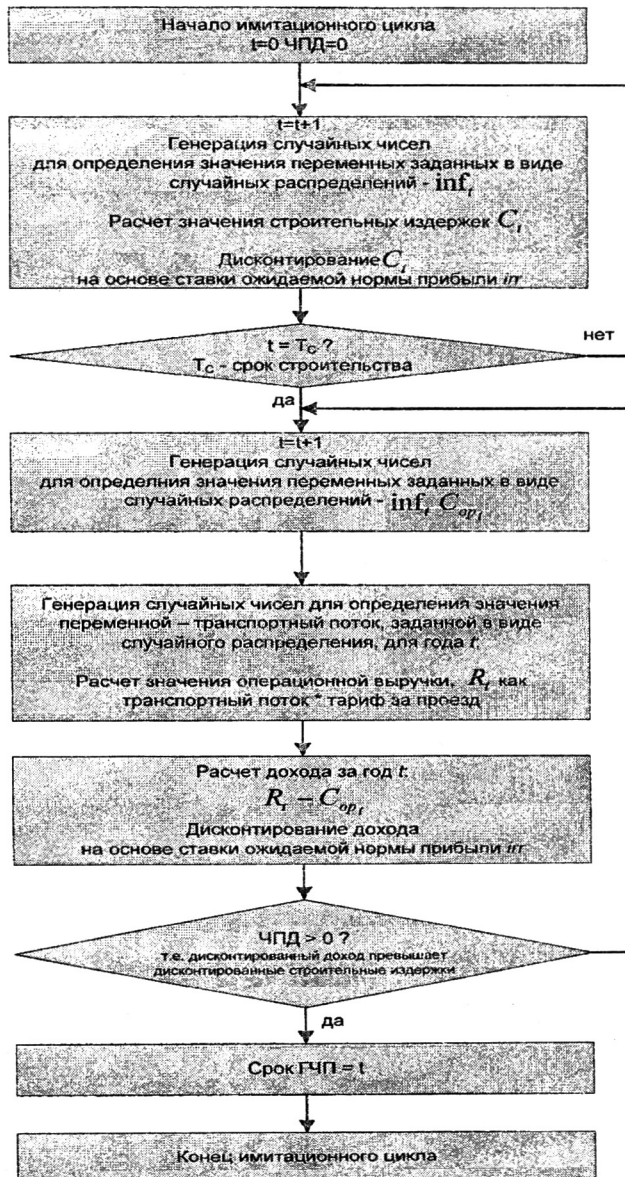


Рис. 3. Блок-схема имитационной модели для определения справедливого срока концессии

В диссертации были выбраны следующие *сценарные переменные*: irr - норма доходности для инвестора; σ_{transp} - волатильность транспортного потока; $toll_n$ - платеж за проезд для транспорта вида n .

Так как выручка может изменяться в связи с риском и неопределенностью, инвесторы будут заинтересованы зафиксировать нижнюю границу нормы доходности. Средневзвешенные затраты частной компании инвестора на получение различных видов финансирования (кредиты, кредитные линии) могут выступить минимальным значением нормы доходности на инвестированный капитал.

Инвестор стремится максимизировать прибыль путем повышения дохода или снижения расходов. Максимальная норма доходности может рассматриваться как цель, поставленная после анализа сильных и слабых сторон проекта, возможностей и угроз, существующих для данного проекта. После того, как определены минимальное, ожидаемое и максимальное значения норм доходности, они могут подаваться на вход имитационной модели в качестве пессимистичного, реалистичного и оптимистичного сценариев, соответственно.

Размеры платежей за использование инфраструктуры ($toll_n$) могут базироваться:

1. на статистических данных, собранных по аналогичным проектам;
2. на опросах общественного мнения о том, сколько готовы платить будущие пользователи;
3. на прогнозах экономической ситуации и платежеспособности спроса.

Для целей сравнения модель позволяет задать различные тарифы для различных сценариев, именно поэтому $toll_n$ и входит в модель как сценарная переменная.

В диссертации были выбраны следующие *случайные переменные модели*: $\inf_t = \inf_{t-1} + N(\mu_{inf}, \sigma_{inf})$ - темп прироста инфляции, который задан нормальным распределением; $C_{op_t} \sim F([a, b])$ - ежегодные операционные затраты, которые задаются как равномерное распределение на отрезке, т.е. годовые опера-

ционные расходы - расходы на содержание объекта в предлагаемой модели считаются распределенными равномерно на интервале между пессимистическим и оптимистическим их значением.

В реальности множество риск-факторов могут оказать влияние на данную величину. Поэтому для каждого конкретного проекта необходимо:

1. определить существенные риски, которые могут оказать серьезное влияние на затраты,
2. для каждого из них установить эмпирическое или предполагаемое распределение (в любой в дискретной или непрерывной форме),
3. проверить влияние на затраты.

Доход от платежей за проезд в последующие годы функционирования (или операционная выручка в году t) величина $R_t \sim N(R, \sigma_{transp})$ задается как нормальное распределение с математическим ожиданием, равным доходу, полученному в первый год функционирования трассы.

Выручка от проекта ГЧП определяется числом пользователей и размером тарифного платежа. Если платеж по тарифу – это заданный параметр, то число пользователей может изменяться в зависимости от экономического роста в регионе, размера платежа и альтернативных вариантов для услуги, предоставляемой в рамках проекта ГЧП. Число пользователей и связанный с этим риск полностью находится на стороне частного инвестора. Число пользователей прогнозируется исходя из статистической информации, собранной по аналогичным объектам. На основе использования нормального распределения для описания переменной – потока пользователей. С помощью линейной регрессии сглаживаются стохастические ошибки, и прогнозируется возможный рост числа пользователей.

Для случая определения справедливого срока концессии в качестве *искомой переменной* в модели выбирается T – срок реализации проекта ГЧП. В этом случае основное уравнение, решаемое в модели, имеет следующий вид:

$$NPV_R(T) = NPV_C,$$

где

$$NPV_c = \sum_{t=1}^{T_c} \frac{C_t}{(1+irr)^t (1+inf_t)} -$$

затраты на строительство, приведенные к начальному моменту времени, и

$$NPV_R = \sum_{t=T_c+1}^T \frac{R_t - C_{op}}{(1+irr)^t (1+inf_t)} -$$

доходы от эксплуатации трассы за вычетом операционных расходов, приведенные к начальному моменту времени. При этом в обоих случаях дисконтирование идет с использованием ставки, равной норме доходности, необходимой для инвестора.

В итоге задача сводится к поиску такого значения срока реализации проекта T , для которого будет выполнено выше приведенное уравнение, т. е.

$$T = NPV_R^{-1}(NPV_c).$$

Другими словами, необходимо найти такое значение срока реализации проекта T , при котором чистый приведенный доход инвестора (ЧПД) будет равен нулю.

Далее в диссертации исследуется зависимость получаемых на выходе из модели результатов от сценарных параметров. Исследуемые зависимости:

- 1) срок реализации проекта ГЧП от тарифного плана;
- 2) срок реализации проекта ГЧП от волатильности транспортного потока;
- 3) срок реализации проекта ГЧП от предлагаемой инвестором нормы доходности.

Результаты расчетов по модели представляются в виде графиков накопленной частоты распределения (см. рис. 4) и таблиц накопленной вероятности (см. Таблицу 1), что упрощает лицу, принимающему решение, сделать выбор в пользу того или иного значения.

Например, из приведенной ниже таблицы видно, что накопленная вероятность достижения минимальной, ожидаемой и максимальной нормы прибыли по истечении 18 лет составит 0.703; 0.242 и 0 соответственно.

Таблица 1

Норма прибыли	Год							
	12	13	14	15	16	17	18	19
Min = 13%	0	0	0	0,002	0,216	0,491	0,703	0,838
Ожид. = 14%	0	0	0	0	0	0,091	0,242	0,413
Max = 15%	0	0	0	0	0	0	0	0,063

Норма прибыли	год						
	20	21	22	23	24	25	26
Min = 13%	0,918	0,966	0,992	0,995	0,997	0,998	0,998
Ожид. = 14%	0,556	0,669	0,746	0,806	0,850	0,896	0,917
Max = 15%	0,157	0,269	0,348	0,415	0,478	0,544	0,594

Накопленная вероятность достижения заданной нормы прибыли инвестора для различных сроков реализации проекта

Данный результат показывает, что срок 18 лет довольно рискован для частного инвестора, так как ожидаемая норма прибыли может быть достигнута с вероятностью всего 24,2%. Минимальная норма прибыли, приемлемая для инвестора, достигается с вероятностью 70,3%. Поэтому данная схема вряд ли будет принята инвестором, и сторонам будет тяжело прийти к соглашению, отталкиваясь от 18-летнего срока ГЧП.

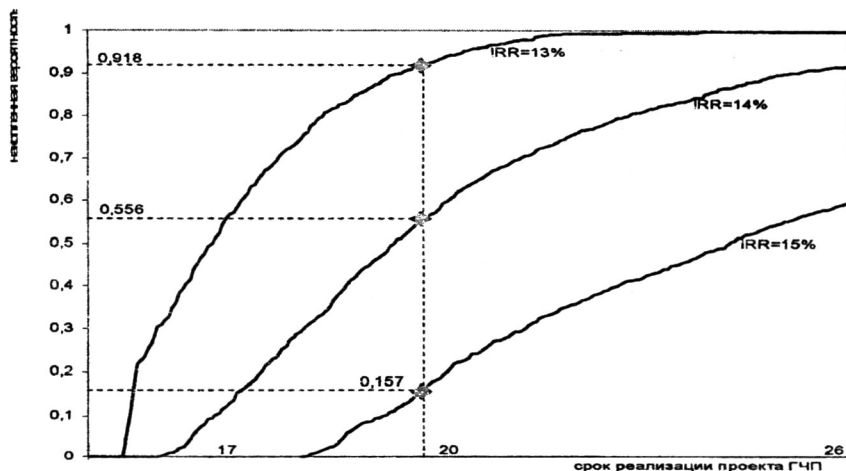


Рис. 4. Кривые накопленной вероятности достижения заданной нормы прибыли инвестора для различных сроков реализации проекта

По аналогичным принципам в диссертационной работе построены модели для нахождения справедливого тарифного плана и нормы доходности инвестора.

В качестве вычислительного эксперимента в диссертации использована статистика для платной трассы Москва-Санкт-Петербург, проект строительства которой утвержден в 2009 году.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах, определенных ВАК.

1. Степанова Е.С. О способах классификации государственно-частных партнерств / Е. С. Степанова // Вестник Финансовой академии. – 2008. – № 3(47). – С. 170 – 179. – 0,63 п.л.
2. Степанова Е.С. О применении математического моделирования в проектах государственно-частного партнерства / Е. С. Степанова // Финансы и кредит. – 2009. – № 25 (361). – С.70-75. – 0,75 п.л.

Публикации в других изданиях.

3. Степанова Е.С. Об оптимизации срока реализации проекта государственно-частного партнерства / Е. С. Степанова // X Всероссийский симпозиум по прикладной и промышленной математике и XVI Всероссийская школа-коллоквиум по стохастическим методам (г. Санкт-Петербург, 19-24 мая 2009 г.) // Обзорение прикладной и промышленной математики. – 2009. – Т. 16, № 3. – С. 481-482. – 0,06 п.л.
4. Степанова Е. С. Об одной математической модели в государственно частном партнерстве / Е. С. Степанова // XVII Международная конференция «Математика. Образование» и I Международный симпозиум «Двухязычное (билингвальное) обучение в системе общего и высшего профессионального образования» (г. Чебоксары, 24-31 мая 2009 г.) – Чебоксары: Изд-во Чувашского гос. ун-та, 2009. – С. 275 – 0,06 п.л.

